

EL NIÑO, LA ANCHOVETA Y OTROS RECURSOS PESQUEROS

Mariano Gutiérrez Torero¹

¹ Instituto Humboldt de Investigación Marina y Acuícola (IHMA)



Mariano Gutiérrez es ingeniero pesquero y doctor en Ciencias con mención en Acuicultura. Ha sido director general de Investigación Pesquera en el Instituto del Mar del Perú. Actualmente, es director científico del Instituto Humboldt de Investigación Marina y Acuícola (IHMA). Es copresidente del Grupo de Trabajo de Monitoreo del Hábitat de la Organización Regional de Ordenamiento Pesquero para el Pacífico Sur (OROP-PS).

Palabras clave: El Niño, anchoveta, sardina, jurel, caballa, pesquerías, Perú

Citar como Gutiérrez, M. (2023). El Niño, la anchoveta y otros recursos pesqueros. *Boletín científico El Niño*, Instituto Geofísico del Perú, vol. 10 n.º 06, págs. 4-10.

Resumen

En el presente artículo se describe el impacto de El Niño, independientemente del tipo de evento, sobre algunas especies de importancia pesquera, tanto en términos de cambios en su distribución como en su abundancia y disponibilidad.

1. Introducción

Entre los distintos modos de variabilidad que influyen en la región norte del Sistema de la Corriente de Humboldt (RNSCH) se encuentra El Niño. Independientemente del tipo de evento que se desarrolle, El Niño altera de manera más extensa las condiciones del hábitat de la totalidad de especies que habitan la RNSCH, provocando impactos proporcionales a la intensidad con que se desarrolle el evento en distintas escalas de tiempo y espacio.

El desarrollo de un evento El Niño representa un periodo de menor productividad primaria (biomasa vegetal) y secundaria (biomasa animal); en consecuencia, de menor producción pesquera aunque aumente la disponibilidad temporal de especies como bonito, perico, atún, etc. Por ejemplo, el Niño costero de 2023 ha tenido mayores impactos que el de 2017, a juzgar, al menos, por el mayor calentamiento en la columna de agua. De modo que, así como en 2017

(Ledesma et al., 2020), también en el caso de 2023, se tendría que haber producido una menor productividad primaria y secundaria con efectos diversos sobre todas las especies.

En el presente artículo se describirán algunos casos de impactos esperados de El Niño sobre algunas especies de importancia pesquera, tanto en términos de cambios en su distribución como en su abundancia y disponibilidad.

2. Importancia del hábitat

El Grupo de Trabajo sobre Monitoreo del Hábitat (HMWG, por sus siglas en inglés) de la Organización Regional de Ordenamiento Pesquero para el Pacífico Sur (SPRFMO, por sus siglas en inglés) ha adoptado la siguiente definición para el concepto de hábitat: "El hábitat es el lugar donde reside la población de una especie o grupos de especies, y representa el área geográfica que reúne las condiciones idóneas para que sobreviva y se reproduzca una especie, perpetuando así su presencia". Asimismo, el HMWG precisa que "el hábitat se describe por las características que la definen ecológicamente, distinguiéndolas de otros hábitats en los cuales las mismas especies no podrían hallar condiciones favorables para subsistir".

En el caso particular de hábitats de especies pelágicas,

el HMWG precisa que “tienen una superficie y volumen fluctuante en términos de tiempo y espacio, siendo que dicha variabilidad tiene un efecto crítico sobre la población que habita un área geográfica”. Más escuetamente, el HMWG también define que un hábitat es “un lugar donde vive una comunidad de organismos, incluidos todos los factores o condiciones vivas y no vivas del entorno”.

Debido a cambios en su hábitat, las poblaciones de pequeños peces pelágicos experimentan grandes fluctuaciones en sus niveles de abundancia entre un año y otro, lo que introduce un nivel de incertidumbre eventualmente alto en lo que se refiere al manejo pesquero de estas especies. Esa incertidumbre se reduce cuando se ejerce un seguimiento cercano de la distribución, abundancia y demografía de cada especie en estudio. Tenemos entonces que —no solo en pequeños peces pelágicos— las especies tienen un período crítico inicial (Hjort, 1914), que es la primera fase de vida en la cual sucumben gran parte de los huevos y larvas. Son las características del hábitat (en términos de alimento, oxígeno, condiciones térmicas, etc.) las que determinan la supervivencia a ese período crítico y el posterior reclutamiento.

Es así como ha sucedido en muchas pesquerías alrededor del mundo. Cuando en el seguimiento de las estructuras de tamaños de las especies evaluadas no se hallan presentes ciertos rangos de tallas, se hipotetiza que ello se debe a una falla en el reclutamiento, resultado de una muy alta mortalidad natural o un mal desove.

Por otro lado, hay que considerar que los hábitats se expanden y contraen en diversas escalas de tiempo y espacio (Barange et al., 2009). Por ejemplo, en el caso de eventos fríos como La Niña, el hábitat de especies costeras que incluye a la anchoveta se expande hacia el oeste gracias a un afloramiento intenso y una productividad primaria y secundaria que es exportada al océano abierto. Como contraparte, el hábitat costero se comprime durante eventos cálidos como El Niño, como resultado de la menor intensidad del viento y del afloramiento, con menor productividad primaria y secundaria. Es así como El Niño impacta el ecosistema frío de la costa, cuyos efectos (cambios en la distribución, variaciones de la biomasa, aumento de la mortalidad natural, etc.) dependen de la intensidad y duración del evento, tal como se verá a continuación.

3. El Niño y los estadios tempranos de la anchoveta

Durante el periodo comprendido entre la primavera de 1997 y el verano de 1999, debido a la ocurrencia de un evento El Niño de considerable magnitud, el Instituto del Mar del Perú (IMARPE) efectuó diversas prospecciones con embarcaciones menores en las zonas que se consideraron más importantes para la anchoveta. Se efectuaron numerosos lances de pesca y muestreos con redes biológicas, concluyendo que la anchoveta se hallaba dispersa (con base en las capturas relativamente pobres). Sin embargo, un detalle que llamó la atención fue que hubo un número relativamente alto de muestreos en que se hallaron poslarvas y juveniles de anchoveta, es decir, que, a pesar de la existencia de un hábitat considerado como adverso, los estadios tempranos de anchoveta no parecían estar pasándolo tan mal.

Asimismo, en agosto de 1998, se tuvo la más baja medición de la biomasa de anchoveta desde El Niño 1982-83 (IMARPE, 1998a): solo 1.2 millones de toneladas compuestas, de las cuales solo 0.2 eran adultos. En diciembre de 1998, la biomasa aumentó a 2.8 millones de toneladas con predominio de juveniles (IMARPE, 1998b). En marzo de 1999, la biomasa de anchoveta aumentó a 5.2 millones de toneladas (IMARPE 1999), esta vez con predominio de adultos, es decir, la biomasa se cuadruplicó en 7 meses, lo cual es biológicamente imposible, siendo la única explicación posible (años después sustentada en la publicación de Bertrand et al. [2004]) que la anchoveta estuvo refugiada en una zona inaccesible a la medición hecha a bordo de los barcos de IMARPE. En especial, la ausencia de anchovetas grandes (>14 cm) durante el evento, e incluso después de él, fue atribuida a una mayor mortalidad natural o a la migración de esos adultos a zonas profundas. Algo similar ha ocurrido entre el verano y el otoño de 2023, donde se ha encontrado que la biomasa de anchoveta está compuesta de más de 80 % de juveniles (IMARPE, 2023). Es otra vez evidente que los eventos El Niño no son tan perjudiciales como se pudiera pensar en el caso de los juveniles, y se puede hipotetizar que la anchoveta pequeña tiene, posiblemente contrario al caso de los adultos, una disposición mayor de oferta de ítems alimentarios.

Flores-Valiente et al. (2023) sostienen que sigue siendo un desafío comprender el impacto del hábitat en las etapas tempranas de la vida de la anchoveta. Argumentan que la variabilidad del hábitat en varias escalas está modulada por la temperatura, la velocidad de las corrientes y la disponibilidad de alimentos, con impactos en el crecimiento y supervivencia en las primeras etapas de vida. Empleando un modelo bioenergético, Flores-Valiente et al. (2023) han estudiado la retención larval en anchoveta y han hallado que la retención fue mayor cuando el desove ocurrió en la capa superficial, entre 0 y 15 m de profundidad, durante el invierno austral, y en la capa entre 30 y 45 m, durante el verano. Utilizando un modelo basado en individuos (IBM, por sus siglas en inglés), encontraron los patrones de crecimiento sobre la plataforma continental, la cual muestra una relación entre meses y latitudes donde el reclutamiento larval más fuerte se da de los 6 a 10° S (de Bayóvar a Huarmey) durante el verano. Además, observaron que el crecimiento larval es mayor a temperaturas más altas, aunque no ha sido posible aún definir un umbral máximo. Asimismo, hallaron que el reclutamiento larval podría ser también fuerte en el norte, entre las latitudes 2 y 4° S (de Ayangue en Ecuador a Talara en Perú). En este caso, los autores señalan que esta última es una zona no usual para la anchoveta, pero hay información consistente para sostener que, en efecto,

la anchoveta habita también el golfo de Guayaquil (IPIAP, 2023). Finalmente, Flores-Valiente et al. (2023) han realizado pruebas de sensibilidad que indican una limitación en el crecimiento larval debido a una deficiencia en el suministro de alimentos en la zona más al sur del Perú.

4. El Niño y la disponibilidad de anchoveta

Las condiciones cálidas, con aguas menos productivas, son perjudiciales para especies de alta biomasa como la anchoveta. El perjuicio se manifiesta en un menor contenido graso, crecimiento más lento, desfases en el desove y un incremento en la mortalidad natural. La investigación acústica iniciada por IMARPE en 1966 ha permitido desarrollar —a lo largo de los últimos 56 años— 123 cruceros o prospecciones para monitorear la abundancia de los recursos pelágicos a lo largo de la costa. La Figura 1 muestra la distribución de la biomasa de la anchoveta en función de la latitud acompañada de las capturas y biomasa total observada, junto con la representación de los eventos El Niño ocurridos entre 1966 y 2023. Durante El Niño de 1972 se observa una drástica caída de las capturas y de la abundancia debido, principalmente, a la sobrepesca de los años anteriores (Licandeo et al., 2023). Es decir, a pesar

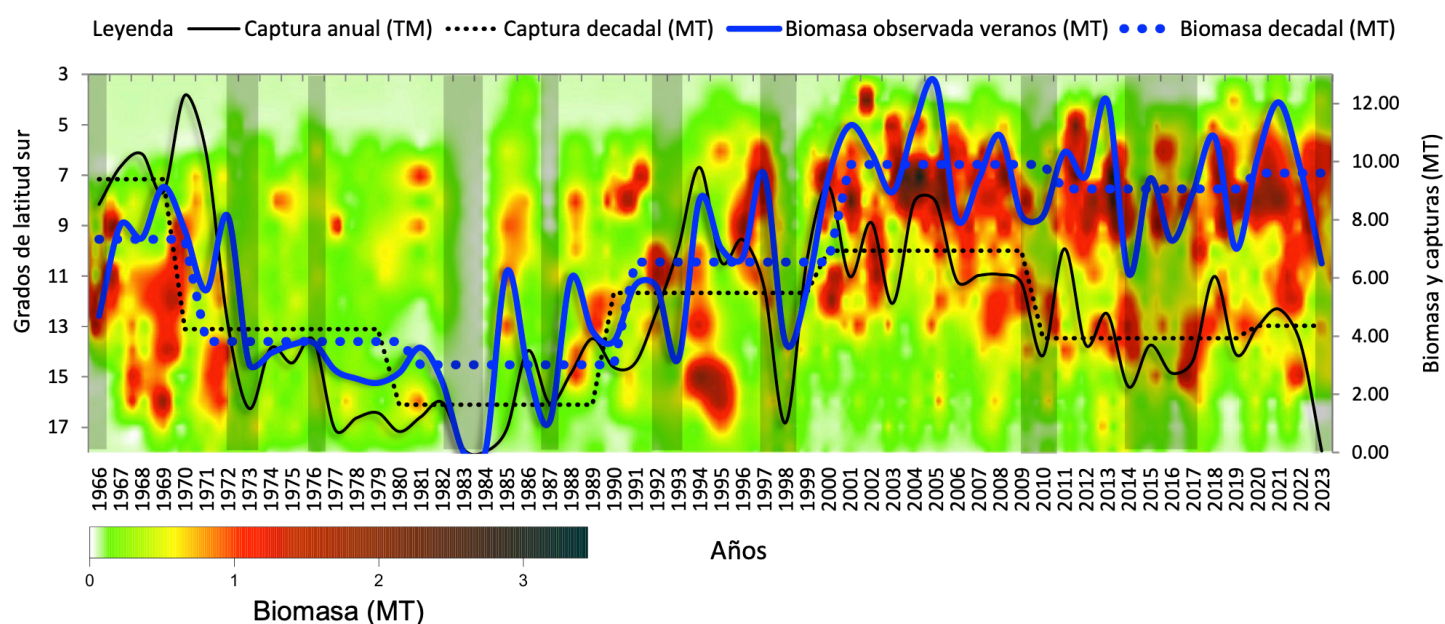


Figura 1. Diagrama Hovmoller sobre la distribución latitudinal y total de la biomasa observada (biomasa medida) de la anchoveta en función de las capturas junto con la representación de los eventos El Niño ocurridos entre 1966 y 2023 (barras grises verticales). El eje vertical al lado derecho presenta las biomazas y capturas (en millones de toneladas), mientras que el eje vertical izquierdo representa los grados de latitud sur. La línea azul representa la biomasa observada en las estaciones de verano; la línea negra, las capturas anuales (en millones de toneladas). Las líneas punteadas horizontales indican la biomasa observada promedio entre décadas, en tanto que la línea punteada horizontal representa los promedios decadales de capturas. Nótese que, durante la década de 1960, la distribución de la anchoveta tendía al sur y que desde 1999 tiende al norte. Nótese también la diferencia de más de 5 millones de toneladas que hay entre biomasa y captura promedio, como resultado del actual manejo precautorio adaptativo de la pesquería industrial de anchoveta. Fuente: IMARPE, gráfico del autor.

de El Niño, la anchoveta no habría colapsado de haberse moderado las capturas como se hace hoy en día. Durante El Niño 1982-83, la situación se agravó, al punto que el IMARPE no halló anchoveta en 1983. Sin embargo, en los años siguientes, se observó una recuperación que no fue afectada por los eventos El Niño ocurridos en 1987 y 1992. En cambio, durante El Niño extraordinariamente fuerte de 1997-1998 se vio afectada la distribución de anchoveta, pero, a diferencia de El Niño 1972, se tomaron medidas para proteger la reproducción de la especie, es decir, el desove. Se estableció una veda que duró 8 meses (usualmente, las vedas duran 3 meses) y se limitó la captura anual a solo 1 millón de toneladas. Para 1999, las condiciones volvieron a la normalidad y, en especial, a partir del 2000, la biomasa observada alcanzó un umbral de 10 millones de toneladas que se mantiene hasta el presente.

Por otro lado, durante los últimos 23 años, según el Índice Costero El Niño (ICEN; ENFEN, 2012), se han producido los eventos de El Niño 2009, 2014-2017 y el actual 2023, los cuales han provocado cambios en la distribución y disponibilidad usual de la anchoveta. No se han observado modificaciones en la biomasa total, pero una característica distintiva en estos eventos ha sido una mayor proporción de juveniles en comparación con los peces adultos. Para explicar esto se hipotetiza que los adultos han disminuido su tasa de crecimiento por una menor oferta de macrozooplancton, o bien que la mortandad natural ha aumentado entre los adultos o que estos (mayores a 15 cm de talla) han migrado hacia zonas profundas donde no pueden ser acústicamente identificados y capturados por las redes de cerco.

5. El Niño y la disponibilidad de sardina y jurel

Un estudio publicado por Ayón et al. (2011) muestra que, durante los años de dominancia de la anchoveta, ha habido un predominio de macrozooplancton (eufáusidos y copépodos). Sin embargo, entre mediados de las décadas de 1970 y 1990, se tuvo un cambio en el ecosistema marino en el que se registró una predominancia del zooplancton de pequeño tamaño, lo cual favoreció a especies como la sardina y otras cuya disponibilidad aumentó en ese período, como es

el caso del jurel (*Trachurus murphyi*) y caballa (*Scomber japonicus*). En ese mismo período, Bertrand et al. (2011) hallaron que la ubicación de la oxiclina estuvo más profunda, lo que genera un hábitat más adecuado para la sardina, jurel, caballa, entre otros. Sin embargo, a comienzos de la década de 1990 comenzó a ser evidente un cambio en la distribución de la sardina. Inicialmente, la sardina se ubicaba en la región centro-sur de la costa, siendo Pisco el principal puerto sardinero; no obstante, progresivamente, el centro de gravedad de su distribución fue desplazándose hacia el norte, acabando Paita por ser el puerto sardinero hacia 1997 (Gutiérrez et al., 2007). De otro lado, Espinoza & Bertrand (2008, 2014) han descrito que la sardina es capaz de alimentarse eficientemente con zooplancton de pequeño tamaño, que estuvo año a año menos disponible, lo que explica el colapso de la especie hacia el año 2002. No obstante, es importante hacer notar que durante El Niño 1997-1998 se capturaron 1.5 millones de toneladas de sardina juvenil y no se encontraron ejemplares adultos, todo lo cual aceleró el colapso que hubiera tardado más en llegar de no haberse producido esas capturas durante 1997-1998 (Gutiérrez et al., 2012).

En el caso específico del jurel, la serie acústica del IMARPE se inició en 1983. La Figura 2 muestra la biomasa latitudinal que presenta una alta variabilidad en la ubicación de las zonas más densas. En general, la abundancia es alta hasta el año 2002, notándose que, durante los eventos El Niño, el jurel tiende a distribuirse hacia el sur (Gutiérrez et al., 2012). Después de 2002, se inicia un periodo de baja abundancia o disponibilidad que dura hasta la actualidad. En el período cálido de 2014 a 2017, se observa una muy baja abundancia de jurel, aunque a partir de 2018 se aprecia una mayor abundancia. En el actual evento El Niño 2023, esta condición ha forzado al jurel a distribuirse hacia el sur, con operaciones de pesca desarrolladas inclusive fuera de las 200 millas (SNP-IHMA, 2023)

6. El Niño y la disponibilidad de caballa

La Figura 3 muestra un diagrama Hovmoller que representa los cambios en la biomasa latitudinal de caballa entre 1983 y marzo de 2023. En términos

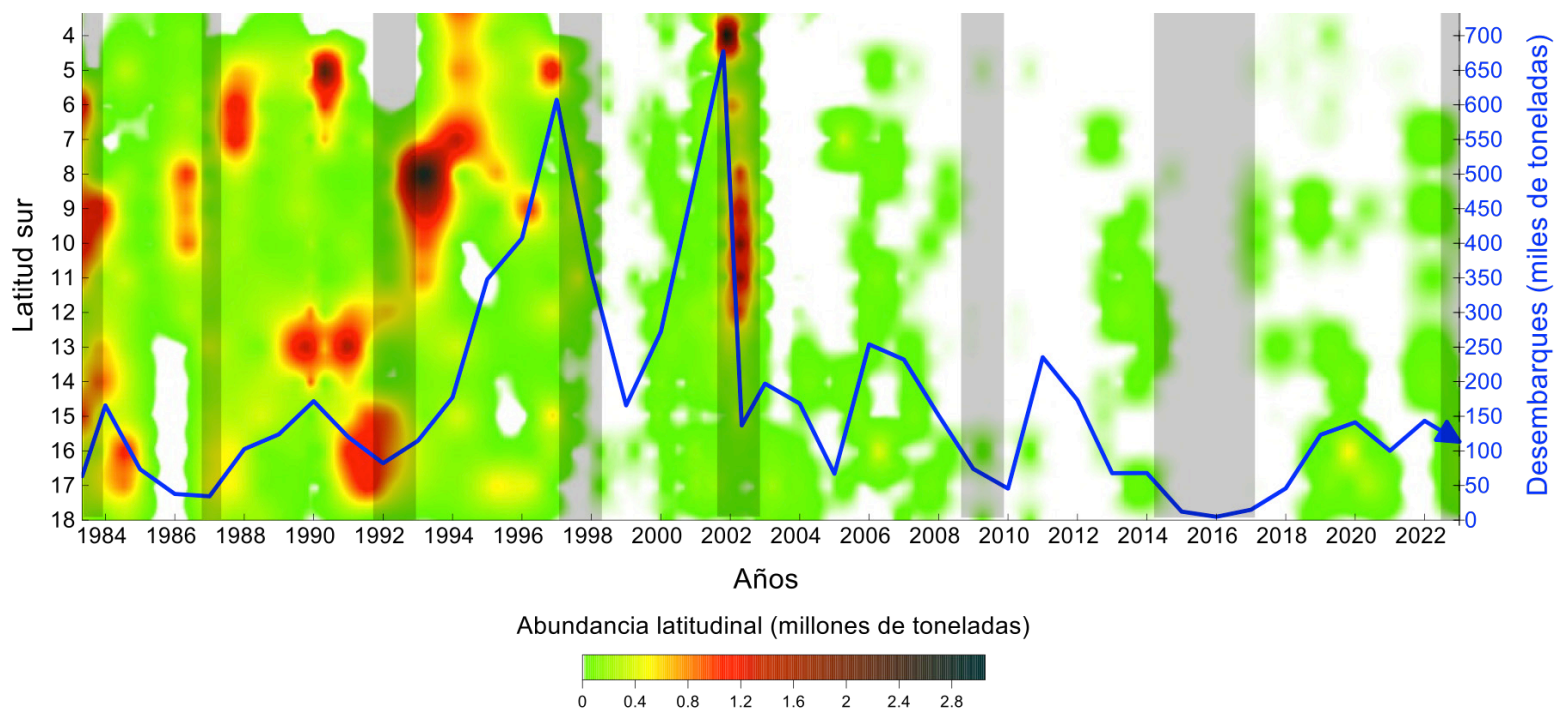


Figura 2. Diagrama Hovmoller sobre los cambios en la distribución latitudinal de la biomasa observada (biomasa medida) y las capturas anuales de jurel entre 1983 y 2023, con indicación del desarrollo de eventos El Niño representado por las barras grises. El eje vertical al lado derecho presenta las capturas (en miles de toneladas); en tanto, el eje vertical izquierdo representa los grados de latitud sur. La línea azul representa las capturas anuales (en miles de toneladas). Fuente: IMARPE, gráfico del autor.

generales, se observan tres regímenes. El primero cubre el periodo entre 1983 y 1992, durante el cual la biomasa presentó una distribución uniforme a lo largo de toda la costa, aunque con abundancias medias. El segundo cubre el periodo 1992-2002, durante el cual la biomasa fluctuó entre niveles medios y altos. El tercer régimen se presenta desde 2002, con abundancias que varían entre niveles medios y

bajos. No obstante, en los años recientes se observa una tendencia positiva en la biomasa, es decir, de incremento hacia niveles medios de abundancia. Las capturas en el mismo lapso (1983-2023) muestran, en general, mejores rendimientos en los años en que la biomasa ha sido mayor. La Figura 3 muestra también que, durante los eventos El Niño, la caballa aumenta su disponibilidad, especialmente en la costa central.

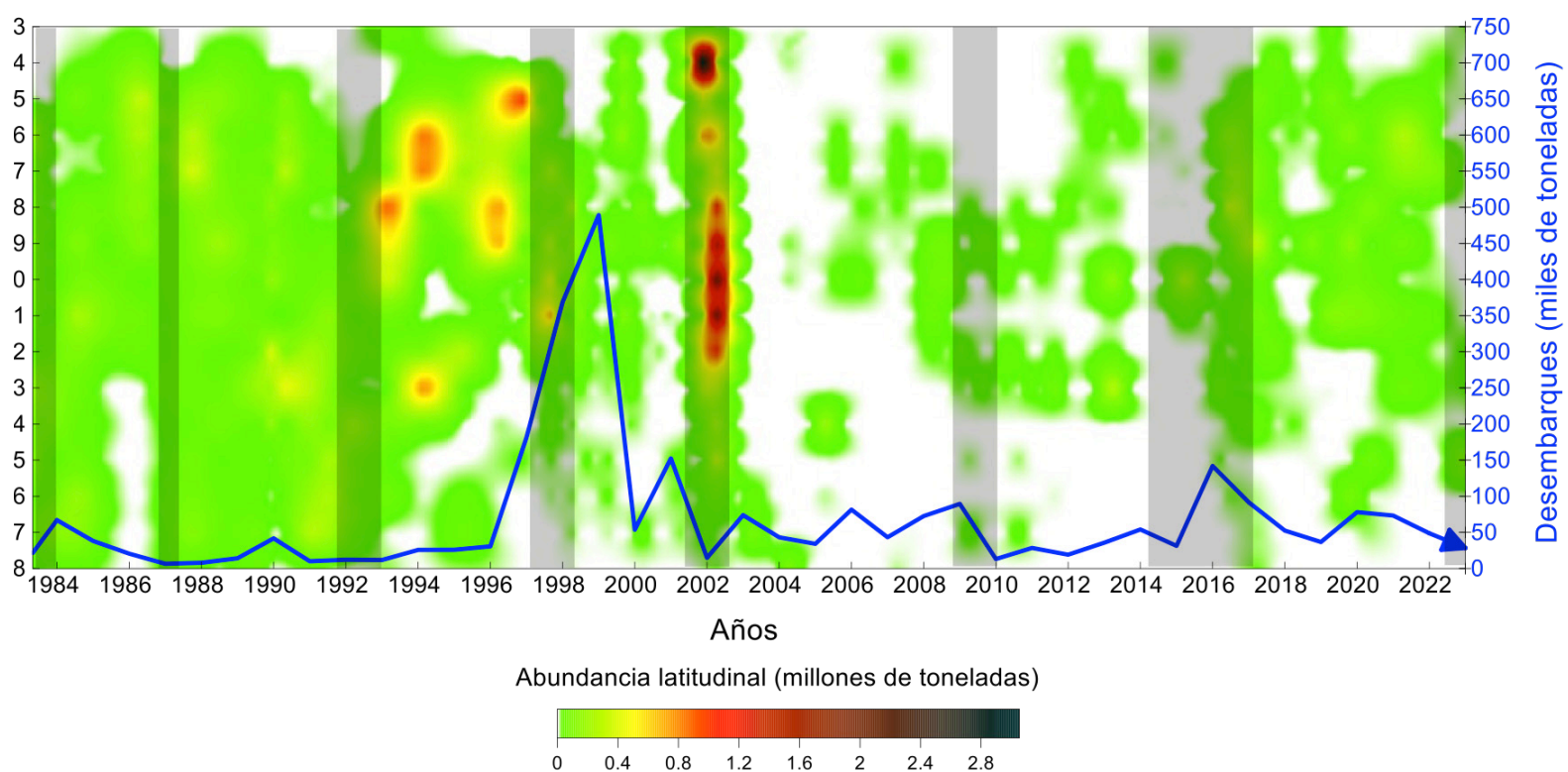


Figura 3. Diagrama Hovmoller sobre los cambios en la distribución latitudinal de la biomasa observada (biomasa medida) y las capturas anuales de caballa entre 1983 y 2023, con indicación del desarrollo de eventos El Niño representado por las barras grises. El eje vertical al lado derecho presenta las capturas (en miles de toneladas); en tanto, el eje vertical izquierdo representa los grados de latitud sur. La línea negra representa las capturas anuales (en miles de toneladas). Fuente: IMARPE, gráfico del autor.

7. Principales conclusiones

Por lo general, se afirma que El Niño es nocivo para las especies marinas. Esta es una generalización que conviene analizar, puesto que en este documento hemos visto varios casos en los que las capturas — como indicador de la disponibilidad de especies para la pesquería — no han variado durante El Niño, independientemente de su intensidad. Para ello, es conveniente precisar que al mencionar los “cambios en la disponibilidad” se hace referencia no a la biomasa o cantidad total de individuos expresados en unidades de masa, sino a su accesibilidad en términos de pesca, es decir, por ejemplo, que una especie puede tener una baja biomasa, pero es accesible (disponible) para la pesca.

Conviene, entonces, analizar los impactos de El Niño desde la perspectiva de las características del hábitat por grupos de especies, dado que, precisamente, ciertos grupos de especies pueden experimentar una mayor disponibilidad durante El Niño. Algunos de estos hábitats son favorecidos por una mayor oxigenación de la columna de agua y otros son perjudicados por la disminución de la productividad primaria que es típica de El Niño. Otros hábitats se comprimen a lo largo de la costa, como en el caso de la anchoveta y especies costeras, debido a la menor disposición de fito y zooplancton, y, en particular, por la mayor profundización de los peces, lo cual es posible por la mayor oxigenación de la columna de agua, con impactos crecientes sobre los depredadores superiores que pueden sucumbir por inanición. La intensidad y duración de cada evento El Niño determina el impacto sobre cada especie (lo cual incluye el incremento de la mortalidad natural, disminución de la tasa de crecimiento, cambios en la tasa de crecimiento, desfases en el desove, etc.).

Desde que las capturas están mejor documentadas, lo que se aprecia es que al menos algunos de estos eventos El Niño han marcado cambios en la tendencia de la distribución y abundancia de grupos de especies. Es así que sabemos, por ejemplo, que el período en que la anchoveta estuvo en condición de colapso coincidió con una disminución del zooplancton, una profundización de la oxiclina y un incremento del zooplancton de pequeño tamaño. Es decir que, aun sin sobrepesca antes de 1972, la anchoveta hubiera

enfrentado unas condiciones de hábitat que no le eran propicias y, que más bien, sí fueron adecuadas para otro grupo de especies, tales como la sardina, jurel, caballa, entre otras. Estas observaciones llevan a concluir que son las variaciones en el hábitat lo que explica los impactos positivos o negativos de El Niño sobre las pesquerías: si El Niño genera hábitats propicios, ello se reflejará, al menos, en un incremento de la disponibilidad de las especies beneficiadas. Por el contrario, hábitats poco propicios significarán menor disponibilidad de algunas especies.

El análisis realizado permite concluir que es más la sobrepesca que un evento El Niño lo que más daño hace a las poblaciones objetivo. Hay algunos casos en los que, independientemente de la frecuencia y diferentes intensidades de eventos El Niño, las capturas de ciertos grupos de especies no son diferentes a las que se tienen bajo condiciones frías o normales. En cambio, hay grupos de especies que están declinando como producto del “crecimiento empobrecedor” de la sobrepesca artesanal (De la Puente et al., 2018), la cual, en gran parte, es informal.

La FAO (Bertrand et al., 2018) ya ha advertido que el principal problema que enfrenta el Perú está en la pesca artesanal, no en la industrial, la cual se halla sobrerregulada y vigilada. En consecuencia, es fundamental brindar el mismo nivel de atención que se da a la pesca industrial a la pesca artesanal para revertir la situación actual de precariedad que se agravará en los próximos años si no se aborda el problema de exceso del esfuerzo de pesca. Así, no se requiere que ocurra un evento El Niño para que haya problemas en este importante segmento de la pesquería; con la excepción de las pesquerías de pota y perico, las pesquerías artesanales que no cuentan con un reglamento de ordenamiento pesquero (ROP) están en medio de serios problemas que urgen atender.

Respecto al futuro, es necesario prestar atención a la necesidad de diversificar el esfuerzo de pesca, especialmente en la pesca industrial que es la más afectada cuando ocurren cambios en la biología de anchoveta, como está sucediendo este año 2023 debido a El Niño costero. Dado el actual manejo precautorio de la pesquería industrial de anchoveta, es previsible que las capturas de anchoveta estarán bastante por debajo de lo usual. Lo que estamos observando este

año 2023, con baja disponibilidad de peces adultos, o bien profundizados hasta un nivel inalcanzable para las redes de pesca, está ya causando problemas financieros en la pesquería más importante del mundo. La diversificación del esfuerzo hacia la pesca de los abundantes y no explotados peces mesopelágicos parece ser la única vía para la industria.

Referencias

- Ayón, P., Swartzman, G., Espinoza, P., & Bertrand, A. (2011). Long-term changes in zooplankton size distribution in the Peruvian Humboldt Current System: conditions favouring sardine or anchovy. *Mar Ecol Prog Ser.*, 422, 211–222. doi: 10.3354/meps08918
- Barange, M., Coetzee, J., Takasuka, A., Hill, K., Gutierrez, M., Oozeki, Y., van der Lingen, C. & Agostini, V. (2009). Habitat expansion and contraction in anchovy and sardine populations. *Progress in Oceanography*, 83, 251–260.
- Bertrand, A., Chaigneau, A., Peraltila, S., Ledesma, J., Graco, M., Monetti, F., & Chavez, F. (2011). Oxygen: A Fundamental Property Regulating Pelagic Ecosystem Structure in the Coastal Southeastern Tropical Pacific. *PLoS ONE*, 6(12), e29558. doi:10.1371/journal.pone.0029558
- Bertrand, A., Segura, M., Gutierrez, M. & Vasquez, L. (2004). From small-scale habitat loopholes to decadal cycles: a habitat-based hypothesis explaining fluctuation in pelagic fish populations off Peru. *Fish and Fisheries* (5) 296–316.
- Bertrand A., Vögler Santos, R., & Defeo, O. (2018). *Climate change impacts, vulnerabilities and adaptations: South-West Atlantic and South East Pacific marine fisheries*. In: Impacts of Climate Change on fisheries and aquaculture: Synthesis of current knowledge, adaptation and mitigation options. Chapter 15. United Nations Food and Agriculture Organization (FAO). 22 pp.
- ENFEN (2012). *Definición operacional de los eventos El Niño y La Niña y sus magnitudes en la costa del Perú*. Nota Técnica. <http://enfen.gob.pe/>
- Espinoza, P. & Bertrand, A. (2008). Revisiting Peruvian anchovy (*Engraulis ringens*) trophodynamics provides a new vision of the Humboldt Current system. *Progress in Oceanography* 79, 215–227.
- Espinoza, P. & Bertrand, A. (2014). Ontogenetic and spatiotemporal variability in anchoveta *Engraulis ringens* diet off Peru. *Journal of Fish Biology*, 84, 422–435.
- De la Puente S., López de la Lama, R., Benavente, S., Sueiro, J.C., & Pauly, D. (2020). Growing Into Poverty: Reconstructing Peruvian Small-Scale Fishing Effort Between 1950 and 2018. *Frontiers in Marine Science*, 7:681. doi: 10.3389/fmars.2020.00681
- Flores-Valiente, J., Lett, C., Colas, F., Pecquerie, L., Aguirre Velarde, A., Rival F., Tam, J., Bertrand A., Ayon, P., Sall, S., Barrier, N., & Brochier, T. (2023). Influence of combined temperature and food availability on Peruvian anchovy (*Engraulis ringens*) early life stages in the northern Humboldt Current system: A modelling approach. *Progress in Oceanography*. doi: <https://doi.org/10.1016/j.pcean.2023.103034>
- Gutiérrez, M., Castillo, R., Segura, M., & Peraltila, S. (2012). Trends in spatio-temporal distribution of Peruvian anchovy and other small pelagic fish biomass from 1966–2009. *Lat Am J Aquat Res.*, 40, 633–648.
- Gutiérrez M, Swartzman G, Bertrand A, Bertrand S. (2007). Anchovy (*Engraulis ringens*) and sardine (*Sardinops sagax*) spatial dynamics and aggregation patterns in the Humboldt Current ecosystem, Peru, from 1983–2003. *Fisheries Oceanography*, 16(2), 155–68.
- Hjort J. (1914). *Fluctuations in the great fisheries of the northern Europe*. International Council for the Exploitation of the Sea (ICES). 237 pp.
- IMARPE (1998a). *Informe Ejecutivo del Crucero 9803-05 de Evaluación de Recursos Pelágicos*. Instituto del Mar del Perú. Verano-otoño de 1998.
- IMARPE (1998b). *Informe Ejecutivo del Crucero 9808-09 de Evaluación de Recursos Pelágicos*. Instituto del Mar del Perú. Invierno - primavera de 1998.
- IMARPE (1999). *Informe Ejecutivo del Crucero 9902-03 de Evaluación de Recursos Pelágicos*. Instituto del Mar del Perú. Verano de 1999.
- IPIAP (2023). *Presencia de anchoveta (*Engraulis ringens*) en el golfo de guayaquil: crucero de prospección hidroacústica y pesca comprobatoria*. Proceso de Investigación de los Recursos Bioacuáticos y su Ambiente (IRBA). Instituto Público de Investigación en Acuicultura y Pesca.
- IMARPE (2023). *Informe sobre la situación del Stock Norte-Centro de la anchoveta peruana (*Engraulis ringens*) al 25 de mayo de 2023 y perspectivas de explotación para la primera temporada de pesca de 2023*. Callao, 64 pp.
- Ledesma, J., Graco, M., Tam, J., Díaz, K., Anculle, T., García, W., Bernal, A., Quispe D., Espinoza, D., Carhuapoma, W. & Gutiérrez, D. (2021). Efectos de el Niño costero 2017 sobre la oxigenación, fertilidad y productividad del mar frente a las costas del Perú. *Bol Inst Mar Perú*, Vol 36, No 2.
- Licandeo, S., Christensen, V., Hilborn, R., & Walters, C. (2023). A delay-differential model for representing small pelagic fish stock dynamics and its application for assessing alternative management strategies under environmental uncertainty. *Fish and Fisheries*, 24, 544–566. <https://doi.org/10.1111/faf.12743>
- SNP-IHMA (2023). *Informe del Undécimo Taller SNP sobre las condiciones del hábitat del jurel y otras especies de la Corriente del Perú en el Sistema de Humboldt*. Sociedad Nacional de Pesquería (SNP), Instituto Humboldt de Investigación Marina y Acuicola (IHMA). Lima, 55 pp.